

武蔵工業大学 正会員 小玉 克己
○武蔵工業大学 正会員 仲宗根 茂

1. まえがき

コンクリート構造物は、曲げ繰返し荷重の作用を受けることにより、コンクリートに引張りひびわれが発生し、構造物の耐久性が損なわれる。したがってコンクリートの曲げ繰返し荷重による挙動を究明する事は重要である。本実験は、コンクリート供試体に曲げ引張繰返し荷重を作用させ、アコースティック・エミッション法（以下A E法と呼ぶ）を用いて、繰返し荷重を受けたコンクリートの曲げ引張疲労性状を検討するものである。

2. 実験概要

コンクリートの配合は表-1に示す通りである。供試体は、10×10×40cmの角柱供試体を使用し、繰返し試験中のコンクリートの、材令による影響と、乾燥による影響を、避けるため、材令2年、室内で乾燥したものを使用した。また、A E法を用いてコンクリートの挙動を知るために図-1に示すようなA E装置を使用した。曲げ引張繰返し試験における上限応力は、静荷重試験より求めた終局強度の、40%～90%の範囲の応力比とした。ただし上限応力比85%～90%の範囲の試験については、ラムスレー型万能試験機を使用し、上限応力比40%～85%の範囲の試験は、サーボパルサー型疲労試験機を使用し、繰返し速度10Hz、最大1000万回まで曲げ引張繰返し試験を実施した。曲げ引張繰返し試験におけるA Eの測定は、繰返し開始時と、200万回～1000万回終了後の静的載荷時に行った。

3. 実験結果および考察

塑性域に至る過大な繰返し荷重を受けるコンクリートの曲げ引張疲労性状を調べるために、上限応力比90%にて高応力繰返し試験を実施した。図-2は、高応力繰返し試験における応力-ひずみ関係を示したものである。

図-3は高応力繰返しによるA Eの発生状況を示したものである。コンクリートに曲げ引張繰返し荷重を載荷すると、図-2に示されるように、破壊に至るまでみかけのヤング率が低下しつづけるが、繰返し載荷初期、および破壊直前に大きく減少している。このことは、上限応力比60%～80%の範囲の試験でも同様の結果となった。図-3は、上限応力比90%の高応力繰返し試験時の応力比と、A Eカウント数の関係を示したものであるが、1回目の載荷時では、応力比50%を過ぎるとA Eが急激に増加した。さらに2回目～6回目までは応力比70%付近からA Eが発生し始め、明確なカイザー効果が認められなかった。7回目においては、載荷開始時よりA Eが発生し、応力比70%付近で急激に増加し破壊に至った。コンクリートに高応力曲げ引張荷重を繰返し載荷すると、初期の載荷回数では応力比、70%～80%でA Eが発生し、カイザー効果は不明瞭となり、さらに破壊直前では、載荷初期よりA Eが発生することが認められる。

表-1 配合表

粗骨材 最大寸法 mm	スラン p cm	空気量 (%)	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤	
					W	C	S	G	減水 剤	補助 A E剤
20	7.5	4.0	42.5	34.1	150	353	619	1243	883	35

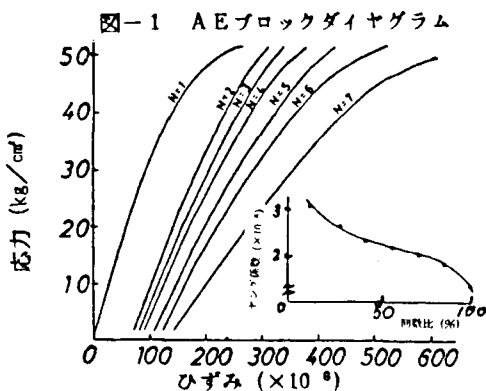
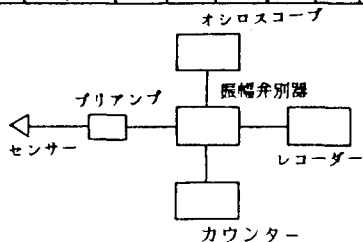


図-4は、載荷応力比40%~90%の範囲で曲げ引張疲労試験を実施した結果である。曲げ引張繰返し試験による結果を最小二乗法により、S-N関係式を求めると、図-4に示す式となる。この式より、200万回疲労強度を求めると、応力比69%となり、さらに1000万回疲労強度を求めると67%となる。

図-5は、200万回曲げ引張繰返し荷重載荷後における静的載荷時のA Eの発生状況を示したものであり、載荷応力比が60%以上では、応力比15%~45%の範囲でA Eが発生しており、カイザー効果がますます不明瞭となっている。これはコンクリート内部のひびわれが、進行していると考えられ、200万回の繰返し載荷では、破壊に至らなかったが、いずれ破壊に至るものと考えられる。しかし載荷応力比が60%以下においてはA Eの発生応力比が、載荷応力比の110%~120%となっており、破壊に至る可能性は少ないものと考えられる。

図-6は、1000万回曲げ引張繰返し荷重載荷後における、静的載荷時のA Eの発生状況を示したものであり、図-6より、載荷応力比61%においては、載荷直後からA Eが発生しており、コンクリート内部のひびわれが進行し、いずれ破壊に至ると、考えられる。しかし載荷応力比41%においては、応力比85%までA Eが発生せず、1000万回繰返し載荷後の静的載荷試験においても明瞭なカイザー効果が認められた。以上の結果より、200万回疲労後の静的載荷試験においてA Eの発生応力比が、載荷応力比以上であると、1000万回まで載荷しても破壊しないと考えられる。また、この結果から、200万回疲労後の静的載荷試験におけるA Eの発生状況により、1000万回疲労強度を推定することが可能である。

4. むすび

本実験の範囲で以下の事が言える。

コンクリートにおけるカイザー効果は、載荷応力比が低い時には明瞭に発揮されるが、載荷応力比が高くなると、不明瞭になることが認められた。

さらに、疲労試験後の静的載荷時に、A E法を用いる事により、A E発生応力比と載荷応力比との関係により、疲労限度を予測することが可能であると考えられる。

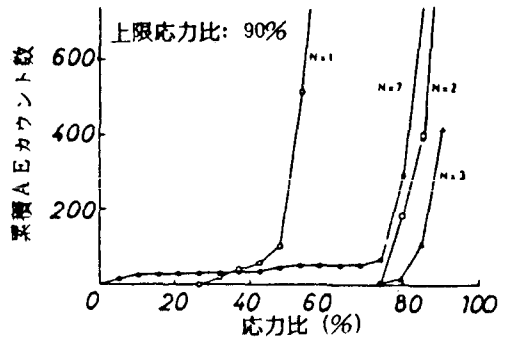


図-3 応力比と累積A Eカウント数の関係

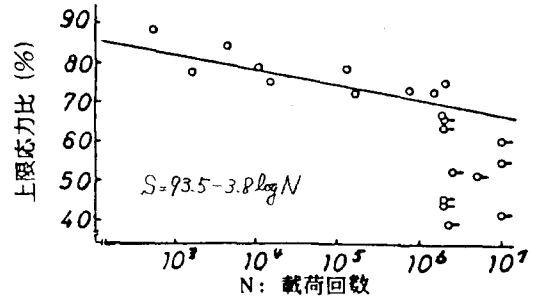


図-4 S-N曲線

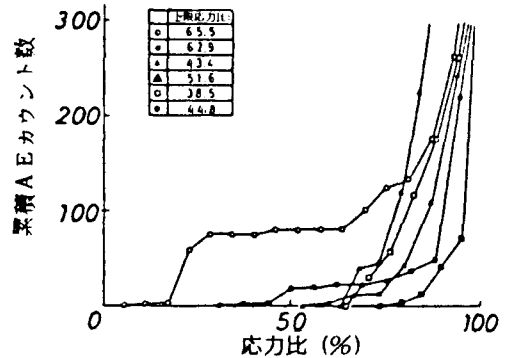


図-5 200万回疲労後のA E発生状況

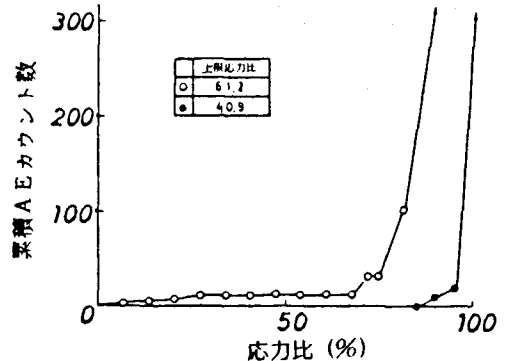


図-6 1000万回疲労後のA E発生状況